

使用维修

船用中速柴油机连杆轴瓦缺陷案例分析

汪立志

(中国船级社江苏分社,江苏 南京 210011)

摘要: 针对某中速机连杆轴瓦缺陷问题,基于现场质量检验分析柴油机连杆轴瓦缺陷形貌;依据无损探伤认定缺陷程度;通过扩大检验及破坏性试验验证,最终判断:缺陷产生的主要原因为钢背板材存在裂纹。据此对防范类似问题提出质量控制建议。

关键词: 船用中速柴油机;连杆轴瓦;缺陷;质量控制

中图分类号: TK423.3⁺2;TK428 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-4357(2018)02-0053-03

0 引言

柴油机连杆大端轴瓦是柴油机的重要零部件之一,轴瓦的损坏失效可能导致曲柄乃至整个柴油机的损坏。连杆大端与曲柄销相连,和曲轴一起作旋转运动;连杆大端轴瓦(下称轴瓦)承受气体最高燃烧压力和活塞连杆惯性力等,压应力高且属于周期性冲击负荷。轴瓦损坏主要表现为龟裂、脱壳等;其表面易被润滑油中的机械杂质磨损、擦伤。

柴油机出厂检验包括部件检查:拆检,即在试验运行结束后,应对至少一个气缸的主要部件和特别容易磨损的部件拆开检查。连杆大端轴瓦属于拆检范围。本文针对某柴油机出厂检验时发现的连杆大端下瓦缺陷,分析其原因并提出防范建议。

本次检验的柴油机为船用中速柴油机,具体参数见表1。选择的拆检项目为拆检第4缸主要部件及4#主轴瓦。

表1 某船用中速柴油机参数

气缸数	8
气缸直径/mm	280
活塞行程/mm	390
最高燃烧压力/MPa	17
额定功率/kW	2 560
额定转速/($r \cdot \min^{-1}$)	750
增压(是/否)	是

1 缺陷认定

柴油机运行试验后,在拆出的连杆大端下瓦上

发现一条白色细纹,如图1所示。该细纹初看类似装配时塞尺产生的定位痕迹,但是该纹路较装配痕迹长,贯穿整个轴瓦宽度,用油刮修理无法消除;仔细触摸可感觉该纹路有轻微的凸出手感,而定位痕迹不应有手感,更不可能是凸出的手感。因此,否定了定位痕迹的说法。



图1 4#缸连杆下瓦的细长纹路

做进一步表面清理并仔细观察,发现:沿白色纹路方向在油槽侧面存在多点疑似缺陷(图2)。因此怀疑这可能是一个离轴瓦表面0.5~1 mm处,贯穿整个轴瓦宽度的缺陷。但工厂现场技术人员不认可此缺陷判断,认为可能是类似擦痕的表面问题。

为了验证是否存在缺陷和避免误判,要求工厂派出有资质的探伤人员进行探伤。经与探伤人员商量:由于目测已能看到疑似缺陷,且磁粉探伤不便整体定性,决定使用着色探伤。图3为探伤情况。探伤人员当场下结论为裂纹。

现场有技术人员质疑可能是着色剂没有擦净,因此请探伤人员将显像擦掉,直接再次喷显像剂(不再着色)进行二次显像,如图4。结果相同。

据此认定:柴油机第4缸连杆大端下瓦(批号:12179)存在缺陷,离瓦表面0.5~1 mm深

收稿日期:2017-06-28;修回日期:2017-07-13

作者简介:汪立志(1985-),男,验船师,主要研究方向为柴油机性能及排放, wanglizhi@ccs.org.cn。

度,存在宽约 10 mm 左右贯穿整个轴瓦宽度的面缺陷,轴瓦表面表现为沿瓦宽度方向的规则白色线纹,且有细微的凸出手感。

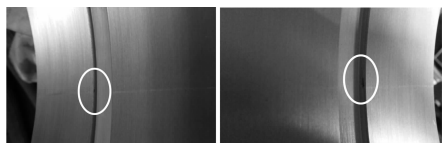


图 2 4#缸连杆下瓦纹路端面的疑似缺陷

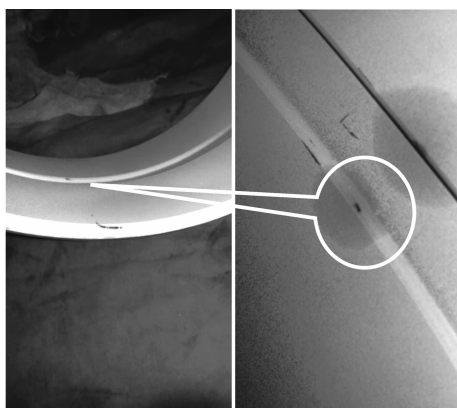


图 3 4#缸连杆下瓦探伤显像

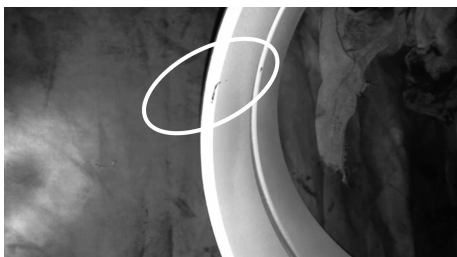


图 4 4#缸连杆下瓦二次显像结果

2 初步处理意见

考虑到此类缺陷较严重且少见,况且该司现场人员也说此前未发现类似情况,为确认该批轴瓦是否存在工艺或制造问题,对工厂提出如下扩检要求:

- (1) 该台主机的连杆大端下瓦全部拆下检查;
- (2) 扩检一片主轴瓦;
- (3) 开展质量分析,分析问题原因,试验论证并明确防范措施;
- (4) 提供该批次轴瓦可靠的采购及分配清单;明确该批次轴瓦是否已应用到 CCS 其他机组,如有须列明清单。

3 处理情况

3.1 扩检连杆大端下瓦

扩检该柴油机全部连杆大端下瓦,见表 2。结果:全部正常。

表 2 连杆大端下瓦扩检情况

缸号	连杆大端下瓦照片 (每缸 2 张图片)	
1#		
2#		
3#		
5#		
6#		
7#		
8#		

3.2 扩检主轴瓦

选择 5# 主轴瓦做扩检,结果与 4# 主轴瓦一样,未见异常。

3.3 质量分析

以下三方的相关人员:柴油机制造厂、轴瓦成品供应商及复合材料生产商召开质量分析会,各方一致认为有两点须确认:首先要确认此次质量事故属于个案,其次确认瓦背与合金粘结强度无问题。因此决定从本批次库存轴瓦中按如下方式进行验证。

- (1) 任抽 1 瓦,按照 CB3246-85 标准进行破坏性试验(压平和折弯试验),如图 5。结论:平展、弯曲试验后,检查轴瓦钢背层与合金层,未见剥落(图 5)。

(2) 同批次中任抽 5 瓦进行着色探伤。结论：未见异常，见图 6。

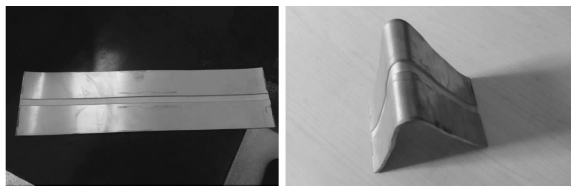


图 5 平展、弯曲试验

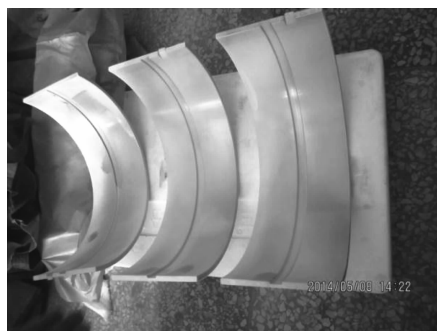


图 6 同批次 5 件连杆下瓦 PT 探伤情况

通过上述验证认为：4#缸连杆下瓦缺陷属于偶发现象，不是工艺因素造成。导致缺陷的原因是由于钢背材料上有裂纹，或者是双金属复合过程中偶发因素造成合金皱褶所致。

但如果是钢背材料有裂纹或者金属复合过程产生皱褶，那么供方在生产过程和出厂检验中应发现此问题。会后，轴瓦成品生厂商发来了该公司内部召开相关整改会议的报告，报告中指出：该工厂探伤人员发现问题后未对缺陷件进行标记，并混入合格品流入了下一工序。

3.4 该批次轴瓦采购及分配情况

要求柴油机制造厂确认该批次轴瓦是否已应用到 CCS 其他检验发证的柴油机上，如果有请列明清单，包含机型、编号、订货船厂、船东及船舶工程号等内容，以便对已安装该批连杆瓦并完成检验发货的柴油机加以关注。

但调查过程中发现：工厂没有该部件的分配流水或追踪报告，只能根据供方发货时间大概判断是否有同批次轴瓦用于 CCS 级其他柴油机。

4 建议与结论

通过扩大检验及相关质量分析，基本排除生产工艺和制造水平的影响因素。但是从中可看出生产商产品质量控制的漏洞。连杆瓦属于柴油机运动构件，对柴油机的安全运行至关重要。一片轴瓦，即使是偶发现象，且导致缺陷的原因是由于钢背材料

上有裂纹，或者是双金属复合过程中偶发因素造成的合金皱褶所致，但该轴瓦在经历了复合金属生产商出厂检验、成品生产商外检、成品生产商出厂检验、柴油机厂外检及装配过程检验等，其缺陷仍没有被发现和重视，这种情况不得不让人担忧。因此，对柴油机生产商提出以下建议和要求：

(1) 该批次 (12179) 连杆瓦的库存不可再用于 CCS 级柴油机；一旦拆检时发现该批次号的轴瓦，不予签发柴油机证书。

(2) 柴油机厂须完善零部件追踪报告或流水台账，以便对零部件使用情况进行跟踪。

(3) 依据行业标准完善与供方的技术协议，并加强外检对技术要求的落实。

(4) 加强对供方的定期考察。

对于该缺陷产生的原因，如果基体（钢背）材料本身存在的裂纹是在轧制过程中产生，那将导致使用该板材生产出来的多件瓦背都可能存在该缺陷，见示意图 7。如此，希望工厂在供货流程中发现问题，并做报废件处理；同时，该问题在后续柴油机拆检项目中应认真关注。

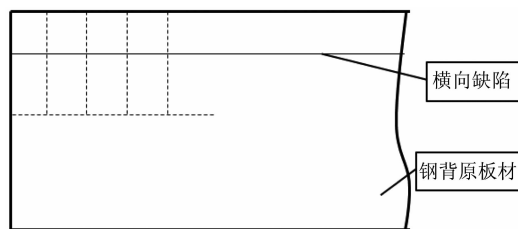


图 7 轴瓦钢背取材示意图

参考文献

- [1] 中国船级社. 钢质海船入级规范 [M], 北京: 人民交通出版社, 2012.
- [2] 中国船级社. 材料与焊接规范 [M], 北京: 人民交通出版社, 2012.
- [3] 全国船舶标准化技术委员会. 船用柴油机薄壁轴瓦技术条件: CB3264-85 [S]. 全国船舶标准化技术委员会, 1985.
- [4] 廖海峰, 尹自斌, 陈景锋, 等. 某柴油机连杆轴瓦开裂原因分析 [J]. 航海技术, 2013 (3): 60-62.
- [5] 郭振杰, 宋作军, 张立荣, 等. 摩擦损耗对发动机连杆轴瓦寿命的影响 [J]. 润滑与密封, 2006. 9 (181): 152-154.
- [6] 杨庆民. 高速发动机连杆轴瓦的变形分析 [J]. 北京建筑工程学院学报, 2002, 18 (3): 16-25.
- [7] 李红, 张宗杰. B 系列柴油机连杆烧瓦故障分析及对策 [J]. 内燃机工程, 2003, 24 (2): 78-82.